RU98/00181

RECD 16 SEP 1998

WIPO PCT

EJKW

09/622047

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(РОСПАТЕНТ)
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ

рег.No 20/14-347

11 августа 1998 года

С П Р А В К А

Федеральный институт промышленной собственности Российского Агентства по патентам и товарным знакам настоящим удостоверяет, что приложенные материалы являются точным воспроизведением первоначального описания, формулы и чертежей (если имеются) заявки на выдачу патента на изобретение N 98103646, поданной в феврале месяце 24 дня 1998 года.

Название изобретения: Способ блочного шифрования дискретных данных.

Заявитель (и): МОЛДОВЯН Александр Андреевич.

Действительные авторы: МАСЛОВСКИЙ Владимир Михайлович,
МОЛДОВЯН Александр Андреевич,
МОЛДОВЯН Николай Андреевич.

PRIORITY DOCUMENT

Уполномоченный заверить копию
заявки на изобретение

Г.Ф.Востриков
Заведующий отделом

98103646 Экз. N

МПК[6] H 04 L 9/00

СПОСОБ БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ДАННЫХ

Изобретение относится к области электросвязи и вычислительной техники, а конкретнее к области криптографических способов и устройств для шифрования сообщений (информации). В совокупности признаков заявляемого способа используются следующие термины:

-секретный ключ представляет из себя комбинацию битов, известную только законному пользователю;

-ключ шифрования представляет из себя комбинацию битов, используемую при шифровании информационных сигналов данных; ключ шифрования является сменным элементом шифра и используется для преобразования данного сообщения или данной совокупности сообщений; ключ шифрования формируется по детерминированным процедурам по секретному ключу; в ряде шифров в качестве ключа шифрования используется непосредственно секретный ключ;

-шифр представляет собой совокупность элементарных шагов преобразования входных данных с использованием шифрключа; шифр может быть реализован в виде программы для ЭВМ или в виде отдельного электронного устройства;

-подключ представляет собой часть ключа шифрования, используемую на отдельных элементарных шагах шифрования;

-шифрование есть процесс, реализующий некоторый способ преобразования данных с использованием шифрключа, переводящий данные в криптограмму, представляющую собой псевдослучайную последовательность знаков, из которой получение информации без знания ключа шифрования практически невыполнимо;

-дешифрование есть процесс, обратный процедуре шифрования; дешифрование обеспечивает восстановление информации по криптограмме при знании ключа шифрования;

-криптостойкость является мерой надежности защиты информации и представляет собой трудоемкость, измеренную в количестве элементарных операций, которые необходимо выполнить для восстановления информации по криптограмме при знании алгоритма преобразования, но без знания ключа шифрования.

Известны способы блочного шифрования данных, см. например стандарт США DES [У.Диффи, М.Э.Хеллмэн. Защищенность и имитостойкость: Введение в криптографию// ТИИЭР. 1979. Т. 67. N. 3. С. 87-89], способ шифрования по патенту США N 5222139, от 22 июня 1993 г., шифр FEAL-1 и криптоалгоритм B-Crypt [С.Мафтик. Механизмы защиты в сетях ЭВМ.- М., Мир, 1993. С. 49-52]. В известных способах шифрование блоков данных выполняют путем формирования ключа шифрования в виде совокупности подключей, разбиения преобразуемого блока данных на подблоки и поочередного изменения последних с помощью операций подстановки, перестановки и арифметических операций, выполняемых над текущим подблоком и текущим подключом.

Однако, известные способы-аналоги не обладают достаточной стойкостью к дифференциальному криптоанализу [Berson T.A. Differential Cryptanalysis Mod 2^{32} with application to MD5// EUROCRYPT'92. Hungary, May 24–28, 1992. Proceedings. P. 67-68], т.к. для всех входных блоков данных для заданного шага преобразования используется один и тот же подключ в неизменном виде.

Наиболее близким по своей технической сущности к заявляемому способу блочного шифрования является способ, описанный в Российском стандарте криптографической защиты данных [Стандарт СССР ГОСТ 28147-89. Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования]. Способ прототип включает в себя формирование ключа шифрования в виде последовательности из 8 подключей длиной 32 бита, разбиении входного 64-битового блока данных на два 32-битовых подблока B_1 и B_2 и поочередном преобразовании подблоков. Один шаг преобразования подблока, например подблока B_2, заключается в наложении на на него текущего подключа Q_i, являющегося фиксированным для данного шага, с помощью операции сложения по модулю 2^{32} ($\boxplus$) в соответствии с формулой $B_2 := B_2 \boxplus Q_i$, где $1 \leq i \leq 8$, после чего над полученным новым значением подблока B_2 выполняют операцию подстановки, затем операцию циклического сдвига влево на одиннадцать бит, т.е. на одиннадцать двоичных разрядов в сторону старших разрядов, а затем на полученное значение B_2 накладывают подблок B_1 с помощью операции поразрядного суммирования по модулю два ($\oplus$) в соответствии с формулой $B_2 := B_2 \oplus B_1$. Операция подстановки выполняется следующим образом. Подблок разбивается на 8 двоичных вектора длиной по 4 бит. Каждый двоичный вектор заменяется двоичным вектором из таблицы подстановок. Выбранные из таблицы подстановок 8 4-битовых вектора объединяются в 32-битовый двоичный вектор,

который и является выходным состоянием подблока после выполнения операции подстановки. Всего выполняется 32 аналогичных шага изменения подблоков, причем для всех преобразуемых входных блоков данных на фиксированном шаге преобразования подблоков используется один и тот же подключ с неизменным значением.

Однако, способ прототип имеет недостатки, а именно, микроэлектронные устройства шифрования на его основе являются дорогостоящими и не обеспечивают высокой скорости шифрования [Андреев Н.Н. О некоторых направлениях исследований в области защиты информации//Сборник материалом международной конференции 'Безопасность информации'. Москва, 14-18 апреля 1997. М. 1997. С. 96], необходимой для построения средств защиты информации, работающих в масштабе реального времени. На основе способа прототипа очень сложно создать на современной элементной базе устройства, обеспечивающие скорость шифрования более 10 Мбит/с. Этот недостаток связан с тем, что для обеспечения стойкости к дифференциальному криптоанализу в способе прототипе используется большое число операций четырех типов, включая операции подстановки.

В основу изобретения положена задача разработать способ шифрования, в котором преобразование входных данных осуществлялось бы таким образом, чтобы обеспечивалось уменьшение числа операций преобразования, приходящихся на один бит входных данных, при одновременном обеспечении высокой стойкости к дифференциальному криптоанализу, благодаря чему повышается скорость шифрования.

Поставленная задача достигается тем, что в способе блочного шифрования дискретных данных, включающем формирование ключа шифрования в виде совокупности подключей, разбиение блока данных на $N \geq 2$ подблоков и поочередное преобразование подблоков путем выполнения двухместной операции над подблоком и подключом новым согласно изобретению является то, что перед выполнением двухместной операции над i-тым подблоком и подключом над подключом выполняют операцию перестановки, зависящую от j-того подблока, где $j \neq i$.

Благодаря такому решению структура подключей, используемых на заданном шаге шифрования, зависит от преобразуемых данных и тем самым на данном шаге преобразования для различных входных блоков используются различные модифицированные значения подключей, благодаря чему обеспечивается высокая стойкость к дифференциальному криптоанализу при одновременном уменьшении числа выполняемых операций преобразования, что и обеспечивает повышение скорости криптографического преобразования.

Ниже сущность заявляемого изобретения более подробно разъясняется примерами его осуществления со ссылками на прилагаемые чертежи.

На фиг. 1 представлена обобщенная схема шифрования согласно заявляемому способу.

На фиг. 2 схематично представлена структура блока управляемых перестановок, состоящего из совокупности однотипных элементарных блоков, реализующих перестановку двух соседних двоичных разрядов (битов) в зависимости от управляющего сигнала u.

На фиг. 3 представлена блок-схема элементарного управляемого переключателя, являющегося базовым элементом блока управляемых перестановок. При $u = 1$ входные биты не переставляются, т.е. сигналы на выходе совпадают с сигналами на входе. При $u = 0$ входные биты переставляются.

На фиг. 4 представлена таблица входных и выходных сигналов элементарного управляемого переключателя при высоком потенциале управляющего сигнала.

На фиг. 5 представлена таблица входных и выходных сигналов элементарного управляемого переключателя при низком потенциале управляющего сигнала.

Изобретение поясняется обобщенной схемой криптографического преобразования блоков данных на основе заявляемого способа, которая представлена фиг. 1, где: P — блок управляемых перестановок; A и B — преобразуемые n-битовые подблоки; K_{2r}, K_{2r-1} — элементы ключа шифрования (подключи); знак $\oplus$ обозначает операцию поразрядного суммирования по модулю два, знак $\boxplus$ — операцию суммпрования по модулю 2^n. Жирные сплошные линии обозначают шину передачи n-битовых сигналов, тонкие пунктирные линии — передачу одного управляющего бита. Жирные пунктирные линии — шину передачи n управляющих сигналов, в качестве которых используются биты преобразуемых подблоков.

Фиг. 1 показывает один (r-тый) раунд шифрования. В зависимости от конкретной реализации блока управляемых перестановок и требуемой скорости преобразований могут быть заданы от 6 до 20 и более раундов.

Рассмотрим конкретные примеры реализации заявляемого способа криптографических преобразований блоков двоичных данных.

Пример 1.

В данном примере поясняется шифрование 64-битовых блоков данных. Ключ шифрования формируется в виде 16 подключей K_1, K_2, K_3, ... K_{16}, каждый из которых имеет длину 32 бит. Входной блок данных разбивается на два 32-битовых подблока A и B. Шифрование входного блока

описывается следующим алгоритмом:

1. Установить счетчик числа раундов $r = 1$.
2. Преобразовать подблок B в соответствии с выражением:

$$B := B \oplus P_A(K_{2r}),$$

где $P_A(K_{2r})$ обозначает операцию перестановки битов подключа K_{2r}, выполняемую в зависимости от значения подблока A.

3. Преобразовать подблок A в соответствии с выражением:

$$A := A + B.$$

4. Преобразовать подблок A в соответствии с выражением:

$$A := A \oplus P_B(K_{2r-1}),$$

где $P_B(K_{2r-1})$ обозначает операцию перестановки битов подключа K_{2r-1}, выполняемую в зависимости от значения подблока B.

5. Преобразовать подблок B в соответствии с выражением:

$$B := B + A.$$

6. Если $r \neq 8$, то прирастить счетчик $r := r + 1$ и перейти к шагу 2, в противном случае СТОП.

На фиг. 2, где тонкие сплошные линии обозначают передачу одного бита подключа, показана возможная реализация блока управляемых перестановок, использующая совокупность элементарных переключателей S. Данный пример блока управляемых перестановок соответствует блоку ^{8}P с 8-битовым входом для сигналов подключа и 8-битовым входом для управляющих сигналов (битов подблока данных), обозначенных пунктирными линиями аналогично обозначению на фиг. 1. Структура блока ^{32}P управляемых перестановок с 32-битовым входом для сигналов подключа и 32-битовым входом для управляющих сигналов подблока данных является аналогичной блоку ^{8}P, представленному на фиг.2. Такая структура управляемого блока перестановок задает число различных вариантов операции перестановки равное числу возможных кодовых комбинаций на входе управления. Для ^{32}P число различных перестановок равно 2^{32}. Это означает, что при шифровании двух различных блоков данных вероятность повторения некоторой перестановки на заданном шаге равна 2^{-32}, а повторение перестановок на z заданных шагах равна 2^{-32z}. Таким образом, набор модифицированных подключей, используемых для преобразования каждого входного сообщения, является уникальным. Фиг.

3,4 и 5 поясняют работу элементарного переключателя, где u — управляющий сигнал, a и b — линии передачи однобитовых входных сигналов, c и d — линии выходных сигналов. Таблицы на фиг. 4 и 5 показывают зависимость выходных сигналов от входных и управляющих сигналов. Из данных таблиц видно, что при $u = 1$ линия a коммутируется с линией c, а линия b — с линией d. При $u = 0$ линия a коммутируется с линией d, а линия b — с линией d. Для современной планарной технологии изготовления интегральных схем описанная структура блоков управляемых перестановок является простой, благодаря чему легко осуществить изготовление криптографических микропроцессоров, содержащих управляемые блоки перестановок с размером входа 32, 64 и 128 бит.

Приведенные примеры показывают, что предлагаемый способ блочного шифрования дискретных данных технически реализуем и позволяет решить поставленную задачу.

Заявляемый способ может быть реализован, например, в специализированных криптографических микропроцессорах, обеспечивающих скорость шифрования порядка 300 Мбит/с, достаточную для шифрования в масштабе реального времени данных, передаваемых по скоростным оптоволоконным каналам связи.

Авторы: Масловский В.М.

Молдовян А.А.

Молдовян Н.А.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

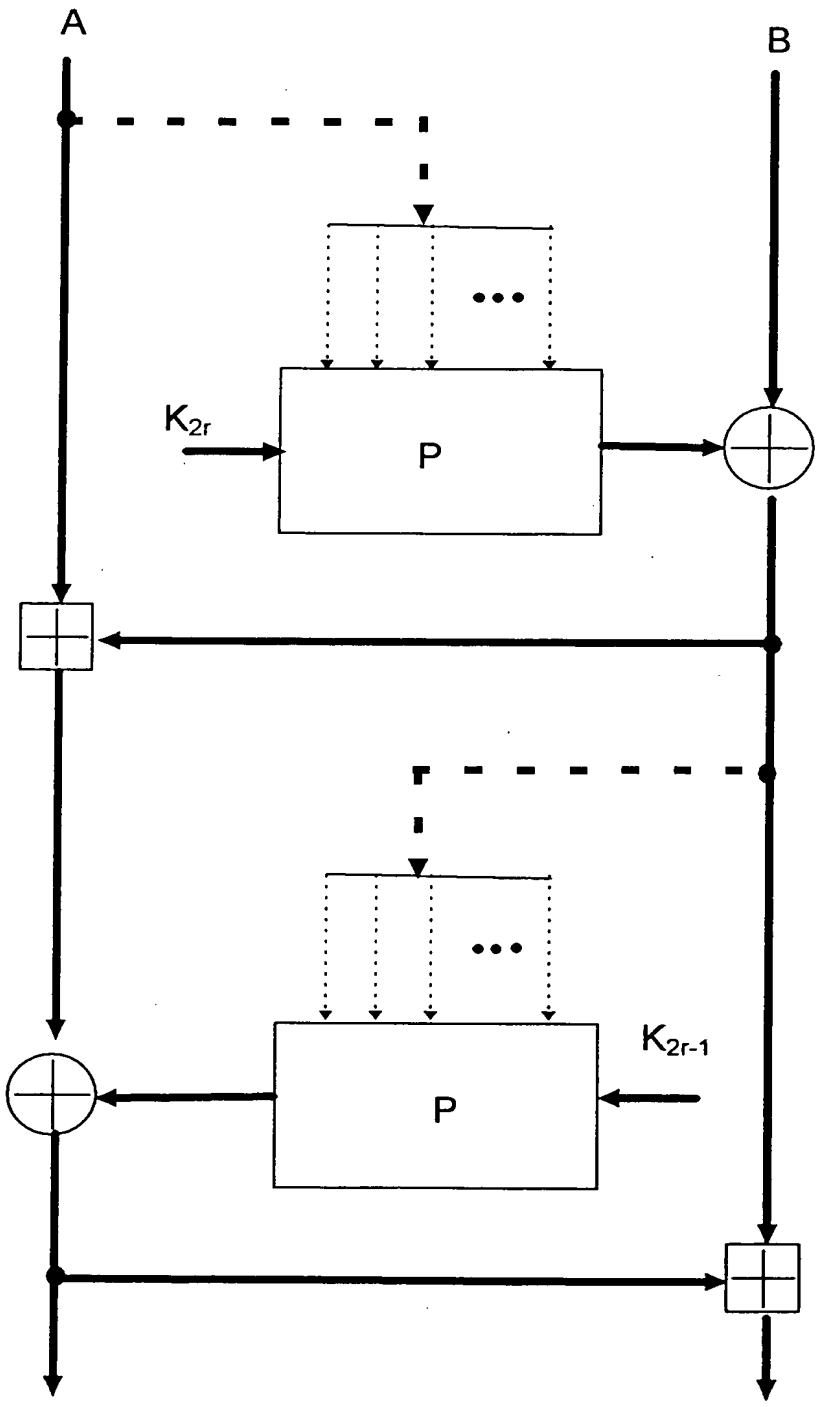
Способ блочного шифрования дискретных данных, включающий формирование ключа шифрования в виде совокупности подключей, разбиение блока данных на $N \geq 2$ подблоков и поочередное преобразование подблоков путем выполнения двухместной операции над подблоком и подключом, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что перед выполнением двухместной операции над i-тым подблоком и подключом над подключом выполняют операцию перестановки, зависящую от j-того подблока, где $j \neq i$.

Авторы: Масловский В.М.

Молдовян А.А.

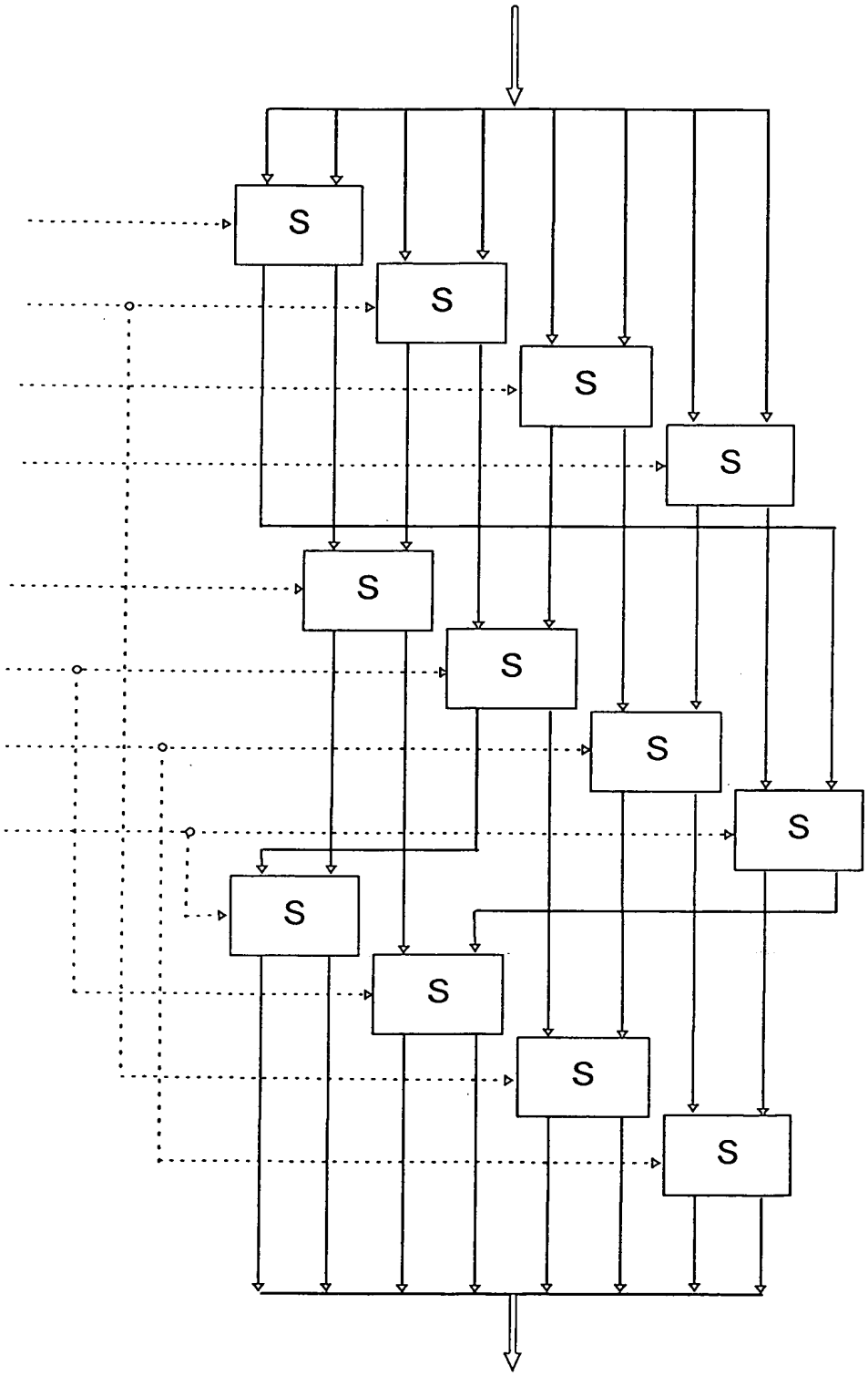
Молдовян Н.А.

СПОСОБ БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ДАННЫХ



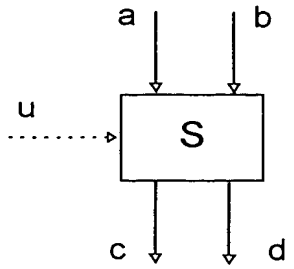
Фиг.1.

СПОСОБ БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ДАННЫХ



Фиг.2.

СПОСОБ БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ДАННЫХ



Фиг.3.

u=1

ВХОД		ВЫХОД	
a	b	c	d
1	0	1	0
0	1	0	1
0	0	0	0
1	1	1	1

Фиг.4.

u=0

ВХОД		ВЫХОД	
a	b	c	d
0	1	1	0
1	0	0	1
0	0	0	0
1	1	1	1

Фиг.5.

Экз. N

Р Е Ф Е Р А Т

СПОСОБ БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ДАННЫХ

Изобретение относится к области электросвязи и вычислительной техники, а конкретнее к области криптографических способов и устройств для шифрования данных. Целью изобретения является повышения скорости шифрования. Способ включает формирование ключа шифрования в виде совокупности подключей, разбиение блока данных на $N \geq 2$ подблоков и поочередное преобразование подблоков путем выполнения двухместной операции над подблоком и подключом. Отличается от известных способов тем, что перед выполнением двухместной операции над i-тым подблоком и подключом над подключом выполняют операцию перестановки, зависящую от j-того подблока, где $j \neq i$.

Ф.и.-1, Илл.- 5.